

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 56-161647

(43)Date of publication of application : 12.12.1981

(51)Int.Cl.

H01L 21/58

(21)Application number : 55-063903

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 16.05.1980

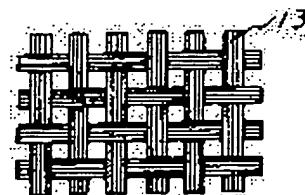
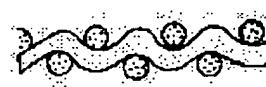
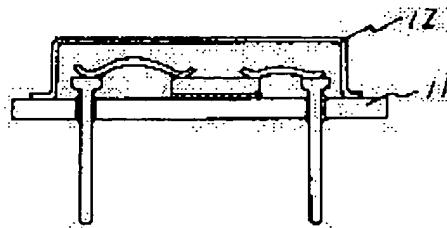
(72)Inventor : SOGA TASAO  
OGAWA TAKUZO  
TAMAMURA TATEO  
CHIBA AKIO  
SHIMIZU SEIKI  
KUNIYA KEIICHI  
FUNIYU MASAO  
KATO HIROSHI

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To decrease the thermal resistance and improve the power cycle-proof of a high power transistor by a method wherein an element is fixed to a stem provided with, for example, copper-carbon fiber which is almost equivalent in the coefficient of thermal expansion and high in thermal conductivity as compared with the element, in the semiconductor device comprising a heat sink and the stem fixed with the heat sink.

**CONSTITUTION:** For example, a substrate of the composite fiber of 50% copper and 50% carbon in the volume ratio is manufactured by plain weaving a fiber bundle 13 of the copper-plated carbon fiber or 7W8 $\mu$ m diameter and hot-pressing the fiber bundles superimposed by two sheets. The composite substrate can be made 2.0W/cm°C in the thermal conductivity and 3.5W4.0 $\times$ 10-6/°C in the coefficient of thermal expansion. The composite substrate is silver-soldered to an iron stem to form the



stem 11 after being Ni-plated. A chip of the power element is fixed by a highly-heated solder and covered with a cap 12 to be made the element. Thereby, the device can be constructed in the low thermal resistance and the power cycle-proof, and in addition, the cost is reduced.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 56161647 A

(43) Date of publication of application: 12.12.81

(51) Int. Cl

**H01L 21/58**

(21) Application number: 55063903

(22) Date of filing: 16.05.80

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: SOGA TASAO  
OGAWA TAKUZO  
TAMAMURA TATEO  
CHIBA AKIO  
SHIMIZU SEIKI  
KUNIYA KEIICHI  
FUNIYU MASAO  
KATO HIROSHI**(54) SEMICONDUCTOR DEVICE**

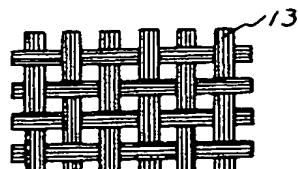
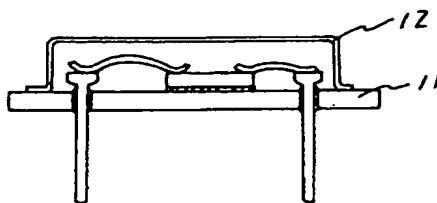
addition, the cost is reduced.

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To decrease the thermal resistance and improve the power cycle-proof of a high power transistor by a method wherein an element is fixed to a stem provided with, for example, copper-carbon fiber which is almost equivalent in the coefficient of thermal expansion and high in thermal conductivity as compared with the element, in the semiconductor device comprising a heat sink and the stem fixed with the heat sink.

**CONSTITUTION:** For example, a substrate of the composite fiber of 50% copper and 50% carbon in the volume ratio is manufactured by plain weaving a fiber bundle 13 of the copper-plated carbon fiber or 7W8 $\mu$ m diameter and hot-pressing the fiber bundles superimposed by two sheets. The composite substrate can be made 2.0W/cm°C in the thermal conductivity and 3.5W4.0 $\times$ 10 $^{-6}$ /°C in the coefficient of thermal expansion. The composite substrate is silver-soldered to an iron stem to form the stem 11 after being Ni-plated. A chip of the power element is fixed by a highly-heated solder and covered with a cap 12 to be made the element. Thereby, the device can be constructed in the low thermal resistance and the power cycle-proof, and in

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&amp;Japio



⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭56—161647

⑤Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/58

識別記号  
厅内整理番号  
7638—5F

⑬公開 昭和56年(1981)12月12日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

④半導体装置

②特 願 昭55—63903  
②出 願 昭55(1980)5月16日  
②發明者 曾我太佐男  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
②發明者 小川卓三  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
②發明者 玉村建雄  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
②發明者 千葉秋雄

日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
②發明者 清水誠喜  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
②發明者 国谷啓一  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
②出願人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号  
②代理人 弁理士 高橋明夫

最終頁に続く

明細書

発明の名称 半導体装置

特許請求の範囲

1. 半導体素子を、ヒートシンクとそれを固定するシステムからなり前記システムはその熱伝導率が前記素子より高く、かつ熱膨張係数が前記素子とはほぼ等しい材料によつて構成したことを特徴とする半導体装置。

発明の詳細な説明

本発明はパワートランジスタのシステムもしくはヒートシンク材料に関する。

第1図(a), (b)は従来法を示す。パワートランジスタのSiチップは、鉄システム2にかしめられて固定された銅ヒートシンク3上に高温はんだ(Pb—Sn—Ag)により接合されている。Siチップ上の端子はAl線5の超音波ワイヤボンディングにより接合され、他端はNiめつきされたFe—Niポスト6に接合されている。Fe—Niポストと鉄システムがガラス7で固溶され絶縁されている。またキャップ8はNiめつきされた鉄を用

いて、全周をリング9接合されている。Siチップが小さい場合は第1図(b)の銅ヒートシンク方式でも、はんだ付部はパワーサイクルに十分耐えられる。しかしパワー化されるにつれSiチップ寸法は大きくなつてきた。このためSiチップと銅との熱膨張係数の差が大きく、寸法効果が顕著になるため、パワーサイクルに耐えきれなくなる。そこで第1図(b)に示したNiめつきしたMo(もしくはW)ヒートシンク10を使う必要がでてくる。Mo(熱膨張係数:  $4.9 \times 10^{-6} / \text{C}$ )とSi(熱膨張係数:  $3.0 \times 10^{-6} / \text{C}$ )との熱膨張係数の差は小さく、そしてMoとFe(熱膨張係数:  $1.2 \times 10^{-6} / \text{C}$ )との熱膨張係数の差も、銅とSiの差ほどは大きくない。耐パワーサイクルに関しては第1図(a)方式より第1図(b)方式が優れている。ところがMo板は高価であり資源的な面でも問題がある。そこでMo以上の熱伝導率を有し、かつ熱疲労に十分耐えられる材料の開発が要求された。

本発明の目的は、機能的にMo, Wより優れた

性能をもつ複合材料を開発したことにより、M.O.Wに代る新材料およびその機能を生かした新たな構造を提供するごとにあら。

炭素と銅との配合比により、熱膨張係数と熱伝導率は変る。しかし、熱膨張係数を低下させると熱伝導率も低下する関係にある。そこで、熱疲労が問題にならない程度に熱膨張係数を大きくすることにより(M.O.より大きくとれる)、熱伝導率を高く(M.O.より高くなる)したパワートランジスタ用システムおよびその構造。

銅一炭素複合材料は熱伝導性に優れると共に炭素繊維の含有量および配列を変えることにより熱膨張係数を調整することが可能である。よって、パワートランジスタ用ヒートシンク及びシステムに適した材料を提供することが可能である。

第1図(b)のM.O.ヒートシンクの代りに銅一炭素複合材を用いた方式について発明する。高出力パワートランジスタを対象として、Siチップは8mm<sup>2</sup>の大型のものを用いた。銅一炭素繊維は体積比で50%銅50%炭素とすることにより、熱伝

材11をシステムとした実施例である。銅一炭素複合材は銅に比べ曲げ剛性が大であるため、薄くても機械的強度は十分あるため1mm板厚とした。この構造は熱抵抗が小さく、耐パワーサイクル性を有し、かつヒートシンクを省略している関係上、低コストでもある。なおキャップ材は銅一炭素の熱膨張係数に近いアーニコ12を用いた。

第3図は高耐圧を要求されるパワートランジスタの構造である。Siのみでは耐圧不足のため、AL,O<sub>2</sub>基板を敷いて、かつ熱抵抗を下げるために銅・カーボン複合材を台にした場合のフイン(銅・カーボン複合材)の熱伝導率に対する熱抵抗およびパワーの関係を示したものである。熱抵抗およびパワーの測定に必要な温度はT<sub>s</sub>=125°C, T<sub>d</sub>=40°Cとした。この計算は軸対称の差分法を用いた。

本発明はパワートランジスタに適用したが、パワーIC等についても応用できる。

本発明はSiチップ基板を対象としたが、同様の構造において、Si以外の基板(Ge等)を用

導率2.0(W/cm°C)、熱膨張係数(3.5~4.0)×10<sup>-6</sup>/℃なる複合基板を得た。複合基板の製造方法は、直径7~8mmのカーボン繊維に銅めつきした繊維束13(6000本/束)を平織(第3図(a))にして2枚重ねにし、ホットプレス(1000°C, 250kg/cm<sup>2</sup>)して作る。平織法以外の他の配列(第3図(b)はランダム方式、第3図(c)は繊維の方向を変えて重ねる方式)においても、平織と同等の性能を有する複合材が得られることが判つた。またホットプレス以外の方法、例えば熱間圧延、連続鋳造等の方式でも複合材を作ることが可能である。この場合炭素に銅めつきを施す必要はない。出来上つた複合材を1.5mm(厚さは0.5mm)に切断し、Niめつき後に鉄ステム2に銀ろう付した。さらにこの上にPb-Si-1.5Al8高温はんだ4を用いて8mmのSi1基板を基合した。Si1基板の端子とポストとの接合はAL膜の超音波ワイヤボンディングを用いた。

第2図はヒートシンクを省略し、銅一炭素複合

いた場合においても、複合基板は応用可能である。

よって、銅一炭素ヒートシンク、システムの開発により、従来以上に低熱抵抗で、耐パワーサイクル性を有する構造が期待できる。特に高出力パワートランジスタに対して有利となる。またM.O.方式と比べるとコストの低減が期待できる。

#### 図面の簡単な説明

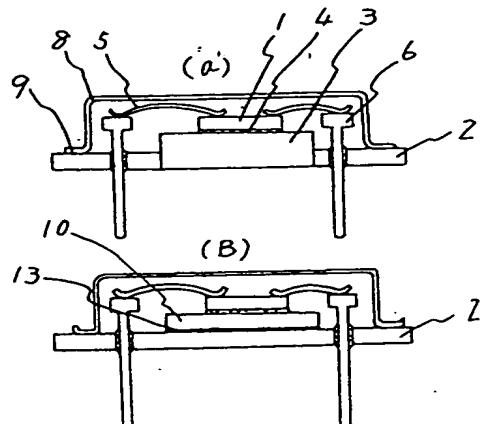
第1図は従来法による構造の断面図、第2図は開発した構造の断面図、第3図は銅一炭素繊維の配列法のモデルを示す図である。

1…Siチップ、2…鉄ステム、3…銅ヒートシンク、4…高温はんだ付、5…AL膜、6…Fe-Niポスト、7…ガラス封止、8…キャップ、9…リング基合、10…M.O.ヒートシンク、11…銅一炭素システム、12…Fe-Ni-Coキャップ、13…銀ろう付。

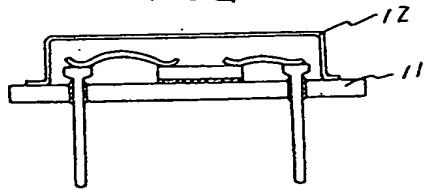
代理人弁理士高橋明夫



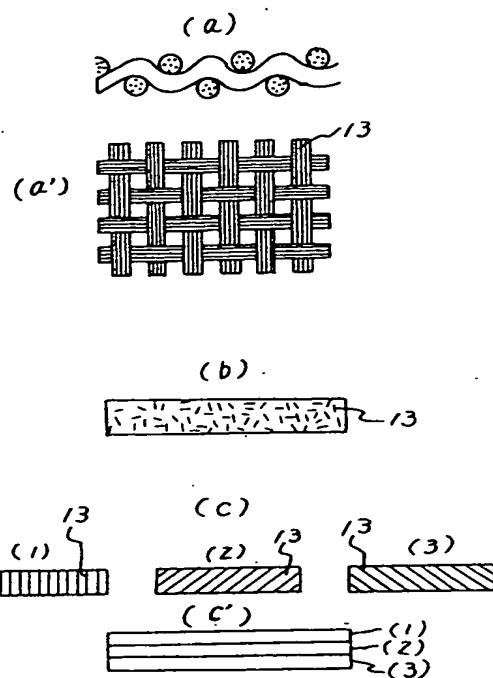
第1図



第2図



第3図



## 第1頁の続き

②発明者 舟生征夫

日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内

②発明者 加藤弘

高崎市西横手町111番地株式会  
社日立製作所高崎工場内